



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Fôrkvalitet i typiske enger i fjell- og dalbygder

Undersøkte grasarter, bladfaks, engrapp, engsvingel, hundegras, kveke og timotei

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 73 | 2017



Jørgen Todnem og Tor Lunnan

Divisjon Matproduksjon og samfunn, avdeling Fôr og husdyr

TITTEL/TITLE

Fôrkvalitet i typiske enger i fjell- og dalbygder

Undersøkte grasarter, bladfaks, engrapp, engsvingel, hundegras, kveke og timotei

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Jørgen Todnem og Tor Lunnan

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
16.05.2017	3/73/2017	Åpen	620019	17/01805
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17- 01325-9		2464-1162	19	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Fylkesmannen i Oppland

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Jørgen Todnem

STIKKORD/KEYWORDS:

Fôrkvalitet, grasarter, fordøyelighet, NDF, protein, Bromus inermis, Elytrigia repens, Festuca pratensis, Phleum pratense, Poa pratensis

Norway, feed quality, grasses, digestibility, NDF, protein, *Bromus inermis, Elytrigia repens, Festuca pratensis, Phleum pratense, Poa pratensis*

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Divisjon Matproduksjon og samfunn

Avdeling Fôr og husdyr

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Botaniske undersøkelser i enger i fjellbygdene viser at de sådde artene timotei og engsvingel har kort varighet i engene, og at andelen av arter som engrapp og kveke øker mye når enga blir over tre år gammel. Hvordan ulike grasarter påvirker fôrkvaliteten i blandingsenger er lite undersøkt. Prøver av ulike grasarter ble samlet inn fra ulike engskifter i Nord-Gudbrandsdal og Valdres i 2015 og 2016. Fra alle skiftene ble det samlet inn prøver av kveke, og fra alle skiftene med unntak av to ble det samlet inn timoteiprøver. Generelt ble det fra hvert skifte samlet inn prøver av de mest dominerende grasartene i enga. Prøvene ble tørket og analysert for fôrkvalitet ved hjelp av NIRS ved NIBIO Løken. Engsvingel hadde jevnt over høyest kvalitet av artene. Meget høy fôrkvalitet i andreslåtten indikerer at engsvingel har langsommere utvikling i blandingsenger i fjellbygdene enn andre bladrike grasarter som for eksempel engrapp og hundegras. Engrapp og hundegras gav noe lavere fôrkvalitet enn timotei i både første- og andreslåtten, men noe høyere kvalitet enn bladfaks i begge slåttene. Det var små forskjeller i kvalitet mellom kveke og timotei i førsteslåtten. I andreslåtten lå kveke samla sett under timotei i kvalitet, men en deling av materialet etter distrikt viste at det var liten forskjell



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

mellom disse artene i Nord-Gudbrandsdal, mens kveke var tydelig underlegen timotei i Valdres. Dette kan skyldes fuktigere forhold i Valdres med mer legde og bladsopp.

Botanical surveys of grasslands in the mountainous district of southern Norway show that the sown species timothy (*Phleum pratense*) and meadow fescue (*Festuca pratensis*) have a short duration in the meadows and are gradually replaced by other species, especially by smooth meadow grass (*Poa pratensis*) and coach grass (*Elytrigia repens*). Samples of different grasses were collected at cutting stage from mixed grassland fields in Nord-Gudbrandsdal and Valdres in 2015 and 2016. Coach grass was collected from all fields, timothy from all fields except two. Generally, samples of the most dominant grasses were collected from all fields. Samples were dried and analyzed for feed quality with NIRS at NIBIO Løken. Meadow fescue gave highest quality of the sampled species. Very high quality in the second cut indicate that meadow fescue has a slower development after cutting than other leaf-rich species like smooth meadow grass and cocksfoot (*Dactylis glomerata*). Smooth meadow grass and cocksfoot produced slightly lower feed quality than timothy in both the first and second cut, but somewhat higher quality than smooth brome grass (*Bromus inermis*) in both cuts. There were small differences in quality between coach grass and timothy in the first cut. A division of the material by district in the second cut showed that there was little difference between these species in Nord-Gudbrandsdal, while the coach grass was poorer than timothy in Valdres. This may be due to more humid conditions in Valdres with more lodging and leaf fungi.

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Oppland
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Øystre Slidre
STED/LOKALITET:	Volbu

GODKJENT /APPROVED	PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER
Ragnar Eltun	Jørgen Todnem
_____ NAVN/NAME	_____ NAVN/NAME

Forord

Emne for dette prosjektet er fôrkvalitet hos de viktigste grasartene i typiske enger i fjell- og dalbygder. Prosjektet ble finansiert av «Fjellandbruksmidler» ved Fylkesmannen i Oppland.

Planteprøver av ulike grasarter ble samlet inn fra engskifter hos forsøksverter i Valdres og Nord-Gudbrandsdalen. Vi vil takke alle involverte i prosjektet for godt samarbeid.

Volbu, 16.05.17

Jørgen Todnem

Tor Lunnan

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Formål.....	7
2	Materiale og metoder	8
2.1	Klimaområde	8
2.2	Innsamling av grasprøver	8
2.3	Førkvalitet.....	9
2.4	Statistisk behandling.....	9
3	Resultater	10
4	Diskusjon.....	15
5	Konklusjoner	18
	Litteraturreferanser	19

1 Innledning

Ved anlegg av ny eng er forholdene vanligvis lagt til rette for gode vekstvilkår for de sådde artene. Forsøk og praktisk erfaring viser imidlertid at andel sådde arter går ned med økende engalder. Tidligere botaniske undersøkelser på Vestlandet viste at de sådde artene utgjorde ca. 90 % i første engåret, men bare ca. 10 % i ti år gammel eng (Lundekvam 1975). Årsaker til at sådde grasarter går ut kan være feil plantevalg i utgangspunktet, svekkelse og plantedød på grunn av ulike påkjenninger – vinterskader, driftsopplegg, værforhold i vekstsesongen, for liten regenerasjonsevne til å fornye plantebestanden, for dårlig konkurransevne mot innvandrende arter og eller en kombinasjon av alle disse faktorene.

Ved utgang av sådde arter kommer andre arter inn og tar over vokseplassen. I prosjektet 'Agronomi i grasmark i fjellbygdene' har NIBIO Løken i samarbeid med Norsk Landbruksrådgivning registrert botanisk sammensetning på engskifter tilsådd med timoteibaserte frøblandinger i Nord-Østerdal, Nord-Gudbrandsdal, Valdres og Lierne. Registreringene ble foretatt i perioden 2013 – 2015, og foreløpige resultater er vist i tabelloppsettet nedenfor.

Botanisk sammensetning, prosent, av eng i ulike alder; middel av 183 engskifter i Nord-Gudbrandsdal, Valdres, Nord-Østerdal og Lierne (Lunnan og Todnem, upublisert)

Engalder:	1 – 3 år	4 – 6 år	>6 år
Timotei	55	22	5
Engsvingel	16	12	3
Engrapp	4	21	24
Kveke	6	21	25
Andre gras	7	13	24
Kløver	6	2	1
Urter eks. kløver	5	10	19

Registreringene viste at andelen av timotei (*Phleum pratense*) og engsvingel (*Festuca pratensis*) ble sterkt redusert med økende engalder, mens andel engrapp (*Poa pratensis*) og ikke sådde urter var klart høyere i eng eldre enn tre år enn i ett til tre år gammel eng. Dette resultatet samsvarer godt med tidligere botaniske undersøkelser (Lundekvam 1975, Nesheim 1977 og 1983). Av ikke sådde gras var det særlig kveke (*Elytrigia repens*) som økte med økende engalder, og andelen kveke i eng eldre enn tre år var betydelig høyere enn forventet, jevnført med tidligere botaniske undersøkelser av eng på Vestlandet og i Nordland (Nesheim 1977 og 1983).

Innenfor norsk landbruk er det allmenn oppfatning at det er negativt med mye kveke i enga, og at kveke blant annet påvirker førkvaliteten negativt. Førkvalitet av kveke sammenlignet med sådde grasarter utsortert fra blandingseng ved høsting, er imidlertid lite undersøkt i Norge.

Hvor mye eng i fjellregionen som hører inn under ett til tre år gammel eng, fire til seks år gammel eng og eldre enn seks år er usikkert da det er lite offisielle tall for dette. I Oppland er imidlertid over 50 prosent av all fulldyrka eng over fire år gammel (Landbrukstellinga 2010 SSB). Ved ensidig engdyrking i fjell- og dalbygdene er andel ung eng lavere enn på flatbygdene. Dette indikerer at eldre eng, og førkvaliteten av denne, er av stor betydning for førsituasjonen på mange bruk i fjell- og dalbygdene.

1.1 Formål

Undersøke fôrkvaliteten hos viktige grasarter i fjellbygdene i fulldyrka eng eldre enn tre år.

2 Materiale og metoder

Prøver av ulike grasarter ble samlet inn fra eng i Nord-Gudbrandsdal – Vågå kommune og Lom kommune – og Valdres – Nord-Aurdal kommune og Øystre Slidre Kommune, i 2015 og 2016. Skiftene i Nord-Gudbrandsdal lå mellom 370 og 680 m o.h., og i Valdres mellom 370 og 550 m o.h..

2.1 Klimaområde

Både Nord-Gudbrandsdal og Valdres har innlandsklima. Innlandsklima kan generelt karakteriseres ved lite vind, moderate mengder nedbør, lav luftfuktighet og store årlige og daglige temperaturforskjeller.

Målestasjonen Volbu i Øystre Slidre er representativ for værforholdene i forsøksområdet i Valdres. I Nord-Gudbrandsdal er det ingen målestasjoner som har ideell plassering opp i mot forsøksområdet, men Leirflaten i Sel kommune og Bråtå i Skjåk kommune synes å være de mest representative for forsøksområdet ut fra geografisk beliggenhet og høyde over havet.

Månedlige middelveier med hensyn til temperatur og nedbør i vekstsesongene 2015 og 2016 for målestasjonene Volbu, Leirflaten og Bråtå, er vist i Tabell 1. Både Leirflaten og Bråtå hadde litt lavere middeltemperaturer og mindre nedbør i vekstsesongen enn Volbu. Ottadalen med kommunene Skjåk, Lom, Vågå og deler av Sel er et av de tørreste områdene i landet.

Tabell 1. Middeltemperatur (°C) og -nedbør (mm) i månedene mai, juni, juli, august og september ved målestasjonene Volbu (521 m o.h.), Leirflaten (599 m o.h.) og Bråtå (664 m o.h.). Månedsmidlene er middeltall for 2015 og 2016

		Mai	Juni	Juli	Aug	Sept
Volbu	Temp., °C	6,8	11,9	13,5	12,6	10,3
	Nedb., mm	45	51	91	86	86
Leir-flaten	Temp., °C	5,7	10,6	12,2	11,0	8,6
	Nedb., mm	37	32	81	62	59
Bråtå	Temp., °C	6	10,3	12,2	11,9	9,5
	Nedb., mm	20	18	67	57	43

2.2 Innsamling av grasprøver

Grasprøver ble samlet inn fra sju ulike engskifter i Nord-Gudbrandsdal, og fra seks skifter i Valdres. Engalderen var over tre år på alle engskiftene. Ved nyanlegg var fire av skiftene i Nord-Gudbrandsdal tilsådd med frøblandinger med bladfaks (*Bromus inermis*) i. Øvrige engskifter var tilsådd med timoteibaserte frøblandinger.

Fra alle skiftene ble det samlet inn prøver av kveke, og fra alle skiftene med unntak av to ble det samlet inn timoteiprøver. Generelt ble det fra hvert skifte samlet inn prøver av de mest dominerende grasartene i enga – fra to til seks arter på de ulike skiftene. Av hver art ble det samlet inn tre parallelle prøver fra hvert skifte.

Innsamlingen av prøver ble foretatt i forbindelse med slått av engskiftet – fra tre dager før til samme dag som skiftet ble slått. Tidspunkt for slått ble bestemt av forsøksvert. Ti av skiftene – fem i Nord-

Gudbrandsdal og fem i Valdres – ble slått to ganger i sesongen. Fra disse skiftene ble det tatt ut grasprøver ved både første- og andreslåt. Tre av skiftene ble beitet vår og høst, og slått en gang. Fra disse skiftene ble det tatt ut grasprøver ved slåtten (førsteslåt).

2.3 Fôrkvallitet

Etter tørking av grasprøvene ved 60 °C i to til tre døgn, ble fôrkvallitet bestemt gjennom NIRS-analyser foretatt ved NIBIO Løken (Viken m.fl. 2005, Fystro og Lunnan 2006). Parameterne fra denne analysen presentert i denne rapporten er: fordøyelighet av tørrstoff, NDF (totalfiber), INDF (totalt ufordøyelig fiber), VLK (vannløselige karbohydrater), råprotein, PBV (proteinbalanse i vom), AAT (aminosyrer absorbert i tarm) og aske (mineraler).

Energiverdi (FEm) ble beregnet på to måter ut fra NIRS-analysene. En med bakgrunn i kalibrering av fordøyelighet med vomsaft og pepsin, etter metoden til Tilley & Terry (1963), og utregning av fôrenheter mjølk som beskrevet hos Lunnan & Marum (1994). Den andre med utgangspunkt i INDF-verdier bestemt gjennom NIRS-analysene, der fordøyelighet av organisk stoff er bestemt ut fra totalt ufordøyelig NDF (Krizsan & Nyholm 2012). Det var god parallellitet i verdiene mellom de to metodene (Pearsons korrelasjonskoeffisient=0,93), og energiverdier presentert i denne rapporten er middelverdi for disse to metodene.

Fyllverdi (FV) for de ulike grasartene er beregnet etter følgende formel (Volden 2011):

- $FV = (0,86 - OMD \times 0,005) / (0,94 + 0,56 \times e^{-A})$; der OMD = fordøyelighet av organisk materiale i %, $A = 0,000029 \times ((NDF/10)^{2,9})$, NDF = innholdet av NDF i g.
- OMD ble beregnet med utgangspunkt i NIRS-analysene, fordøyelighet av tørrstoff og askeinnhold. Fordøyelighet av aske ble satt til 50 % med grunnlag i fôranalyser fra Fôrtabellen 2008.

Tetanikoeffisient (TK) for de ulike grasartene er beregnet etter følgende formel (Kemp & Hart 1957):

- Tetanikoeffisient = $(K\text{-verdi} \times \text{atommasse K}) / ((2 \times Mg\text{-verdi} / \text{atommasse Mg}) + (2 \times Ca\text{-verdi} / \text{atommasse Ca}))$.
- Kalium-, kalsium- og magnesiumverdier ble bestemt gjennom NIRS-analysene.

2.4 Statistisk behandling

De statistiske beregningene ble utført ved hjelp av variansanalyser i statistikkpakken Minitab 16 (GLM-prosedyren). Følgende modell ble benyttet:

- Responsvariabel = sted + parallell (sted) + grasart + feilledd; sted og parallell, tilfeldige variabler.

Førsteslåt og andreslåt ble analysert hver for seg. To ulike utgangspunkt ble benyttet:

- Alle grasartene tatt ut i Nord-Gudbrandsdal og Valdres ble analysert sammen
- Timotei fra Nord-Gudbrandsdal ble sammenlignet med kveke fra Nord- Gudbrandsdal, og tilsvarende i Valdres

3 Resultater

Det ble ikke foretatt nøyaktige registreringer av botanisk sammensetning, men i forbindelse med uttak av planteprøver ble det gjort grove skjønnsmessige anslag med hensyn til hvilke grasarter som utgjorde størst andel av plantemassen på engskiftet.

I de bladfaksbaserte engene var bladfaks mest dominerende grasart, men kveke var også rikt representert på alle disse skiftene. To av skiftene hadde mye engsvingel og engrapp, og litt hundegras (*Dactylis glomerata*). Det var noe timotei på tre av skiftene.

Skiftene tilsådd med timoteibaserte blandinger varierte mye i botanisk sammensetning. Timotei var dominerende grasart på tre av skiftene. På to av disse skiftene var det noe engsvingel og engrapp, og rikelig med kveke; på det tredje av disse skiftene var det litt engsvingel og noe kveke. På to skifter syntes det å være relativt jevnt fordelt med hensyn til andel av timotei, engsvingel, engrapp og kveke. De to siste skiftene hadde mye engsvingel, engrapp og kveke, og litt hundegras. På disse skiftene var timoteien gått helt ut.

Generelt vokste engsvingel og engrapp med jevn innblanding i både de bladfaksdominerte og timoteidominerte engene. Kveke vokste i blanding med de andre grasartene på skiftet, men i hovedsak dannet kveke store roser som var dominert av kveke. Hundegras var bare tilstede som enkelttuer i spredte forekomster. Dette graset var trolig ikke sådd i forbindelse med siste enganlegg.

Ulike parametere vedrørende energi og fiberinnhold i ulike grasarter tatt fra blandingseng i innsamlingsområdet (Nord-Gudbrandsdal, Valdres) i forbindelse med førsteslåt i 2015 og 2016 er vist i Tabell 2. Det var sikre forskjeller i førehetskonsentrasjon (FEm pr. kg tørrstoff) mellom de ulike grasartene, med høyest konsentrasjon i engsvingel og lavest i engrapp, bladfaks og hundegras. Timotei hadde gjennomsnittlig noe lavere førehetskonsentrasjon enn engsvingel og noe høyere enn kveke som hadde klart lavere konsentrasjon enn engsvingel. Totalt fiberinnhold (NDF, % i tørrstoff) var klart lavere i kveke enn i timotei og engrapp og gjennomsnittlig noe lavere enn i engsvingel, bladfaks og hundegras. Andel ufordøyelig fiber (INDF, % av NDF) var signifikant lavest i engsvingel og timotei; mellom de øvrige grasartene var det små forskjeller. Nedbrytingshastigheten av den fordøyelige fiberfraksjonen (NDF minus INDF) var høyest i kveke og engrapp og lavest i bladfaks; hastigheten var gjennomsnittlig høyere i hundegras og engsvingel enn i timotei. Fyllverdien av plantematerialet var lavest for engsvingel. Det var ingen forskjeller mellom timotei og kveke som hadde signifikant lavere fyllverdi enn bladfaks, og gjennomsnittlig lavere fyllverdi enn engrapp og hundegras.

Tabell 2. Fordøyelighet (% av tørrstoff), FEm (pr. kg tørrstoff), NDF (% av tørrstoff), ufordøyelig fiber (INDF, % av NDF), nedbrytningshastighet (% fordøyelig NDF/time) og fyllverdi (pr. kg tørrstoff) for ulike grasarter fra blandingseng ved førsteslått. Middel for to geografiske områder (Nord-Gudbrandsdal og Valdres) og to uttaksår (2015 og 2016)

Grasart	Ford. % av ts.	FEm pr.kg ts.	NDF % av ts.	INDF % av NDF	Nedbryt. ¹⁾ % pnNDF/t	Fyllverdi pr. kg ts.
Timotei	70,9 ^{ab}	0,862 ^{ab}	61,2 ^a	16,6 ^b	4,9 ^{bc}	0,53 ^b
Engsvingel	72,5 ^a	0,883 ^a	58,7 ^{ab}	15,6 ^b	5,2 ^{ab}	0,52 ^c
Engrapp	68,2 ^{cd}	0,826 ^c	60,5 ^a	21,0 ^a	5,4 ^a	0,54 ^{ab}
Bladfaks	67,1 ^d	0,817 ^c	59,4 ^{ab}	22,7 ^a	4,5 ^c	0,55 ^a
Hundegras	68,0 ^{cd}	0,806 ^c	60,4 ^{ab}	21,0 ^a	5,3 ^{ab}	0,54 ^{ab}
Kveke	70,0 ^{bc}	0,856 ^b	57,5 ^b	20,8 ^a	5,5 ^a	0,53 ^b
p-verdi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

1) Nedbrytningshastighet av fordøyelig NDF, % pr. time

Innhold av protein, mineraler og vassløselige karbohydrater i ulike grasarter tatt fra blandingseng i innsamlingsområdet i forbindelse med førsteslått i 2015 og 2016 er vist i Tabell 3. Innholdet av råprotein var signifikant høyere i kveke enn i timotei, engsvingel, hundegras og engrapp; timotei hadde gjennomsnittlig lavest innhold av råprotein. Kveke og engsvingel hadde høyere AAT-verdier enn engrapp, bladfaks og hundegras. Timotei hadde gjennomsnittlig noe lavere AAT-verdi enn kveke og engsvingel. Askeinnholdet (mineraler) var høyest i bladfaks og lavest i timotei. Bladfaks og timotei hadde også henholdsvis høyeste og laveste tetanikoeffisient. Fire av grasartene – bladfaks, engsvingel, kveke og hundegras – hadde tetanikoeffisient over 2,2. Innholdet av vassløselige karbohydrater (VLK, % av tørrstoff) var høyest i engsvingel; det var ingen sikre forskjeller mellom de øvrige grasartene.

Tabell 3. Råprotein (% av tørrstoff), AAT (g/kg tørrstoff), tetanikoeffisient (K/(Mg + Ca)), aske (% av tørrstoff) og vannløselige karbohydrater (VLK, % av tørrstoff) i ulike grasarter fra blandingseng ved førsteslått. Middel for to geografiske områder (Nord-Gudbrandsdal og Valdres) og to uttaksår (2015 og 2016)

Grasart	Råprotein ¹⁾ % av ts.	AAT g/kg ts.	Tetani- koeffisient	Aske % av ts.	VLK % av ts.
Timotei	11,6 ^b (-21)	79,8 ^{ab}	1,9 ^d	4,4 ^b	16,8 ^b
Engsvingel	12,6 ^b (-14)	81,4 ^a	2,4 ^c	4,9 ^{ab}	20,1 ^a
Engrapp	13,8 ^b (3)	78,3 ^b	2,2 ^{cd}	4,6 ^{ab}	16,6 ^b
Bladfaks	14,1 ^{ab} (8)	77,2 ^b	4,2 ^a	5,1 ^a	17,4 ^b
Hundegras	13,2 ^b (-2)	77,5 ^b	2,8 ^{bc}	5,0 ^{ab}	16,3 ^b
Kveke	16,0 ^a (21)	81,0 ^a	3,1 ^b	4,9 ^{ab}	17,3 ^b
p-verdi	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,007

1) PBV, g/kg ts., er oppgitt i parentes

Verken i Nord-Gudbrandsdal eller i Valdres var det forskjeller i forenhetskonsentrasjon (FEm pr. kg tørrstoff) mellom grasartene timotei og kveke i førsteslåtta (Tabell 4). Med hensyn til innholdet av ufordøyelig fiber (INDF, % av tørrstoff) og råprotein i førsteslåtten, viste disse kvalitetsparametere høyst tallverdier for kveke i både Nord-Gudbrandsdal og Valdres.

Tabell 4. FEm (pr. kg tørrstoff), INDF (% av tørrstoff) og råprotein (% av tørrstoff) i grasartene timotei og kveke fra blandingseng i Nord-Gudbrandsdal og Valdres ved førsteslåt. Middel for to uttaksår (2015 og 2016)

Område	Grasart	FEM pr. kg ts.	INDF % av ts.	Råprotein % av ts.	Fyllverdi pr. kg ts.
Nord-Gudbrandsdal	Timotei	0,855	10,0	12,0	0,53
	Kveke	0,865	11,5	17,4	0,52
	p-verdi	0,31	0,02	<0,001	0,015
Valdres	Timotei	0,862	10,5	10,7	0,53
	Kveke	0,851	12,3	14,7	0,53
	p-verdi	0,21	0,001	<0,001	0,28

Parametere vedrørende energi og fiberinnhold i ulike grasarter tatt fra blandingseng i innsamlingsområdet i forbindelse med andreslåt i 2015 og 2016 er vist i Tabell 5. Mellom de ulike grasartene var det sikre forskjeller i forenhetskonsentrasjon (FEm pr. kg tørrstoff); engsvingel hadde høyere konsentrasjon enn timotei som igjen hadde høyere konsentrasjon enn kveke og bladfaks. Engrapp og hundegras hadde gjennomsnittlig høyere forenhetskonsentrasjon enn kveke. Totalt fiberinnhold (NDF, % i tørrstoff) var signifikant lavest i engsvingel; mellom de øvrige grasartene var det små forskjeller i fiberinnhold. Andel ufordøyelig fiber (INDF, % av NDF) var lavere i engsvingel enn i timotei som hadde lavere andel ufordøyelig fiber enn de andre grasartene. Kveke hadde klart høyere andel ufordøyelig fiber enn engrapp og hundegras. Nedbrytingshastigheten av den fordøyelige fiberfraksjonen (NDF minus INDF) var høyest i engsvingel og gjennomsnittlig lavest i bladfaks. Engsvingel hadde også signifikant lavere fyllverdi enn timotei som igjen hadde klart lavere fyllverdi enn bladfaks og kveke. Engrapp og hundegras hadde noe høyere fyllverdi enn timotei.

Tabell 5. Fordøyelighet (% av tørrstoff), FEm (pr. kg tørrstoff), NDF (% av tørrstoff), ufordøyelig fiber (INDF, % av NDF), nedbrytningshastighet (% fordøyelig NDF/time) og fyllverdi (pr. kg tørrstoff) for ulike grasarter fra blandingseng ved andreslått. Middel for to geografiske områder (Nord-Gudbrandsdal og Valdres) og to uttaksår (2015 og 2016)

Grasart	Ford. % av ts.	FEm pr.kg ts.	NDF % av ts.	INDF % av NDF	Nedbryt. ¹⁾ % pnNDF/t	Fyllverdi pr. kg ts.
Timotei	74,4 ^b	0,904 ^b	56,5 ^a	15,1 ^c	5,5 ^{bc}	0,50 ^b
Engsvingel	80,9 ^a	0,990 ^a	48,3 ^b	9,6 ^d	7,1 ^a	0,44 ^c
Engrapp	72,3 ^{bc}	0,879 ^{bc}	58,4 ^a	15,7 ^{bc}	6,3 ^b	0,52 ^{ab}
Bladfaks	70,4 ^c	0,853 ^c	57,4 ^a	19,0 ^{ab}	4,9 ^c	0,53 ^a
Hundegras	72,4 ^{bc}	0,876 ^{bc}	55,6 ^a	15,9 ^{bc}	6,2 ^b	0,51 ^{ab}
Kveke	69,8 ^c	0,859 ^c	56,6 ^a	19,7 ^a	5,8 ^b	0,53 ^a
p-verdi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

1) Nedbrytningshastighet av fordøyelig NDF, % pr. time

Innhold av protein, mineraler og vassløselige karbohydrater i ulike grasarter tatt fra blandingseng i innsamlingsområdet i forbindelse med andreslått i 2015 og 2016 er vist i Tabell 6. Kveke og engsvingel hadde signifikant høyere innhold av råprotein enn timotei og hundegras, og gjennomsnittlig noe høyere råproteininnhold enn engrapp og bladfaks. AAT-verdiene var klart høyest i engsvingel og lavest i bladfaks, hundegras og kveke. Timotei hadde gjennomsnittlig noe lavere AAT-verdi enn engsvingel. Med hensyn til askeinnholdet (mineraler) var det sikre forskjeller mellom grasartene med høyest innhold i engsvingel og lavest innhold i timotei. Timotei hadde også lavest og sikkert lavere tetanikoeffisient enn bladfaks, kveke og engsvingel. Ved dette uttaket (andreslått) var det imidlertid bare bladfaks og kveke som hadde tetanikoeffisient over 2,2. Innholdet av vannløselig karbohydrater (VLK, % av tørrstoff) var signifikant høyere i timotei og engsvingel enn i kveke; engrapp, bladfaks og hundegras hadde gjennomsnittlig noe lavere innhold enn timotei og engsvingel.

Tabell 6. Råprotein (% av tørrstoff), AAT (g/kg tørrstoff), tetanikoeffisient (K/(Mg + Ca)), aske (% av tørrstoff) og vannløselige karbohydrater (VLK, % av tørrstoff) i ulike grasarter fra blandingseng ved andreslått. Middel for to geografiske områder (Nord-Gudbrandsdal og Valdres) og to uttaksår (2015 og 2016)

Grasart	Råprotein ¹⁾ % av ts.	AAT g/kg ts.	Tetani- koeffisient	Aske % av ts.	VLK % av ts.
Timotei	12,3 ^b (-20)	83,1 ^b	1,7 ^c	4,7 ^c	20,5 ^a
Engsvingel	16,9 ^a (15)	89,4 ^a	2,2 ^b	7,3 ^a	20,7 ^a
Engrapp	14,5 ^{ab} (5)	81,3 ^{bc}	1,8 ^{bc}	6,2 ^b	16,7 ^{ab}
Bladfaks	14,7 ^{ab} (9)	80,0 ^c	2,9 ^a	5,9 ^b	18,5 ^{ab}
Hundegras	13,3 ^b (-6)	80,7 ^c	1,8 ^{bc}	6,4 ^b	18,0 ^{ab}
Kveke	17,1 ^a (32)	80,7 ^c	2,4 ^b	5,9 ^b	15,9 ^b
p-verdi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

1) PBV, g/kg ts., er oppgitt i parentes

Förenhetskonsentrasjon og innhold av ufordøyelig fiber og råprotein i grasartene timotei og kveke ved andreslått i Nord-Gudbrandsdal og i Valdres er vist i Tabell 7. I Nord-Gudbrandsdal var det ingen forskjeller i förenhetskonsentrasjon (FEm pr. kg tørrstoff) mellom timotei og kveke, mens det i Valdres var signifikant høyere förenhetskonsentrasjon i timotei. I både Nord-Gudbrandsdal og i Valdres var det høyere innhold av ufordøyelig fiber (INDF, % av tørrstoff) i kveke enn i timotei, med høyest nivåforskjell i Valdres. Kveke hadde også høyest innhold av råprotein både i Nord-Gudbrandsdal og Valdres.

Tabell 7. FEm (pr. kg tørrstoff), INDF (% av tørrstoff) og råprotein (% av tørrstoff) i grasartene timotei og kveke fra blandingseng i Nord-Gudbrandsdal og Valdres ved andreslått. Middel for to uttaksår (2015 og 2016)

Område	Grasart	FEM pr. kg ts.	INDF % av ts.	Råprotein % av ts.	Fyllverdi pr. kg ts.
Nord-Gudbrandsdal	Timotei	0,872	9,5	12,5	0,52
	Kveke	0,874	10,9	19,8	0,52
	p-verdi	0,87	0,04	<0,001	0,67
Valdres	Timotei	0,924	7,9	11,8	0,49
	Kveke	0,847	11,4	15,0	0,53
	p-verdi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

4 Diskusjon

Timotei har generelt, rask etablering etter såing, god vinterherdighet, stort avlingspotensiale – særlig førsteslåt – og god førkvalitet; i Norge har timotei vært hovedart i dyrka eng siden midten av 1800-tallet (Valberg 1975). Endringer i driftsopplegg – tidligere slått, flere slåtter pr. år, sterkere nitrogen-gjødsling og lignende – utover 1900-tallet, førte til at timotei ble mindre varig i enga. Timotei er fortsatt viktigste grasart i engdyrkinga, men ulike grasarter reagerer ulikt på ulike driftsopplegg og det er i dag mest vanlig å så timotei i blanding med andre komplimenterende grasarter for å oppnå varigere bestand som kan gi mer årsikre avlinger. I fjellbygdene generelt, er det mest vanlig å så timotei som hovedart i blanding med engsvingel og i noen grad engrapp. I tørre områder, som for eksempel Ottadalen, benyttes ofte bladfaks – grasart med effektivt rotsystem som har stor evne til å ta opp vann i tørre perioder – som hovedart i fulldyrka grasmark. Bladfaks kan, dersom den trives, være veldig varig i eng, men arten bruker lang tid på å etablere seg etter såing og ved nyanlegg av bladfakseng inngår ofte raskt etablerende arter, som for eksempel timotei, i såfrøblandingen. Høy andel eldre eng og dominerende stilling for timoteiblandinger ved enganlegg i fjellbygdene, men også stort innslag av bladfaksblandinger i enkelte områder, er bakgrunnen for at en har valgt ut timotei- og bladfaksbaserte flerartsenger eldre enn tre år for nærmere undersøkelse av førkvaliteten hos grasarter som inngår i disse engtypene.

Hos gras er det sterk sammenheng mellom fordøyelighet av plantemateriale og energiverdi, da fordøyelighet er den viktigste faktoren for bestemmelse av potensiell energiverdi. Fordøyelighet bestemmes av cellevegginnhold og fordøyelighet av dette (Deinum 1984). Hvordan mengde og fordøyelighet av celleveggstoff virker på fordøyelighet av plantematerialet, vil variere med forholdet blad/stengel, alder på plantebestanden og ytre faktorer, for eksempel daglengde, lysintensitet og temperatur (Deinum & Dirven 1971, Thorvaldsson & Fagerberg 1988). Blad har vanligvis høyere fordøyelighet enn stengel, og økt alder medfører lavere fordøyelighet og da særlig av stengel. Ytre faktorer kan påvirke fordøyelighet både direkte og indirekte, for eksempel virker temperatur direkte på fordøyelighet av celleveggene – lavere fordøyelighet ved høy temperatur – (Deinum 1984) og indirekte via stor effekt på fenologisk utvikling (Thorvaldsson & Fagerberg 1988).

Grasartene har ulik voksemåte og utviklingshastighet. Engrapp og hundegras starter veksten tidlig om våren, har liten andel stråbærende skudd – andel stråbærende skudd ved førsteslåt er rundt 15 % (Lunnan, upublisert) – og skyter vanligvis i god tid før timotei. Engsvingel har også liten andel stråbærende skudd i førsteslåtten – rundt 40 % (Lunnan, upublisert) – og tidspunkt for skyting er generelt anslått å være noe tidligere enn for timotei, men i flerartsenger i fjellbygdene synes engsvingel å skyte tilnærmet samtidig med timotei, eventuelt litt tidligere. Timotei og bladfaks har stor andel stråbærende skudd i førsteslåtten – rundt 90 % (Lunnan, upublisert) – og tilnærmet likt tidspunkt for skyting, eventuelt litt tidligere skyting hos bladfaks enn hos timotei. Etter førsteslåtten kommer gjenveksten raskere i gang hos engrapp, engsvingel og hundegras enn hos timotei og bladfaks. Gjenveksten hos engrapp, engsvingel og hundegras er uten stråbærende skudd, mens timotei og bladfaks har stor andel stråbærende skudd også i gjenveksten.

Både ved første- og andreslåt var fordøyelighet og energiverdi hos engsvingel høyere enn hos timotei, og klart høyere enn hos engrapp, hundegras og bladfaks (Tabell 2 og 3). Noe høyere fordøyelighet og energiverdi for engsvingel enn for timotei kan trolig hovedsakelig forklares med høyere andel stråbærende skudd ved slåtten hos timotei enn hos engsvingel, og resultatet samsvarer godt med tidligere undersøkelser som har vist noe høyere fordøyelighet hos engsvingel enn hos timotei når disse grasartene er høstet samtidig, jf. bl.a. Grønnerød (1985). Meget rask planteutvikling både før og etter førsteslåtten – seint fysiologisk utviklingsstrinn ved høsting – er mest sannsynlig hovedårsaken til lav fordøyelighet og energiverdi hos engrapp og hundegras i både første- og andreslåtten. Det ble ikke foretatt fenologiske undersøkelser ved uttak av planteprøvene, men skjønsmessig syntes bladfaks å være kommet noe lenger i utvikling enn timotei. Dette kan være medvirkende til at fordøyelighet og

energiverdi var klart lavere for bladfaks enn for timotei, men ikke hovedårsak da resultatene samsvarer godt med tidligere undersøkelser som har vist at timotei har generelt høyere fordøyelighet enn bladfaks, og at bladfaks må høstes på et tidligere utviklingstrinn enn timotei for å oppnå samme fordøyelighet (Grønnerød 1985, Lunnan 1999).

I førsteslåtten var det ingen forskjeller i fordøyelighet og energiverdi mellom timotei og kveke (Tabell 2). En sterkt medvirkende årsak til dette resultatet er trolig at kveke har samme voksemåte som timotei med stor andel stråbærende skudd både i første og andre slått. Tidspunkt for skyting syntes skjønnsmessig bestemt å være relativt likt, eventuelt litt seinere for kveke enn for timotei. Ved andreslåtten var det derimot klart lavere fordøyelighet og energiverdi i kveke enn i timotei (Tabell 5). Denne forskjellen i fordøyelighet og energiverdi mellom kveke og timotei var signifikant for plantematerialet innsamlet i Valdres, mens det ikke var noen forskjeller i Nord-Gudbrandsdalen (Tabell 7). Ved innsamling av plantematerialet ble det registrert mer legde og bladsopp, særlig mjøldogg, på kvekebladene i Valdres enn i Nord-Gudbrandsdal. Mer bladsopp i Valdres enn i Nord-Gudbrandsdal – trolig på grunn av fuktigere klima i Valdres enn i Nord-Gudbrandsdal, jf. Tabell 1 – kan være en medvirkende årsak til lavere energiverdi i Valdres enn i Nord-Gudbrandsdal. Lavere innhold av vannløselige karbohydrater i kveke enn i timotei i andreslåtten kan også skyldes mer bladsopp. Resultatene fra Nord-Gudbrandsdal er imidlertid mer usikre enn resultatene fra Valdres da antall skifter og prøver av timotei og kveke var lavere i Nord-Gudbrandsdal enn i Valdres, men tyder på at kveka kan holde kvaliteten godt oppe i andreslåtten under tørre forhold.

Prosentvist innhold av protein i plantemassen bestemmes av nitrogenopptak og avling. Stor tilvekst i plantemasse fører til en «uttynningseffekt» som følge av relativt større tilvekst i plantemasse enn i proteinsyntese (Gillet 1982), og økt stengelandel i plantemassen påvirker proteininnholdet negativt på grunn av lavere innhold i stengler enn i blad (Deinum 1981). I både første- og andreslått var innholdet av råprotein klart lavere i timotei enn i kveke, og disse artene hadde henholdsvis gjennomsnittlig lavest og høyest innhold av råprotein (Tabell 3 og 6). Noe lavere innhold av råprotein i timotei enn i engrapp, engsvingel og hundegras i denne undersøkelsen kan trolig tilskrives høyere stengelandel hos timotei, og resultatet samsvarer godt med tidligere undersøkelser (Grønnerød 1985, Todnem 1993). Timotei har liten gruntgående rotmasse mens kveke og bladfaks har et dyptgående kraftig rotnett bestående av leddelte jordstengler og finrøtter. Disse forskjellene i rotsystem kan være medvirkende til høyere nitrogenopptak, og høyere innhold av protein i bladfaks og kveke enn i timotei. Som ovennevnt betyr også tilvekst i total plantemasse mye for proteininnholdet. Uten avlingsregistreringer er det imidlertid vanskelig å si i hvilken grad avlingsnivå kan ha påvirket proteininnholdet, men tidligere undersøkelser i fjellbygdene har vist et høyt avlingsnivå for bladfaks (Lunnan 1999) og finske undersøkelser har vist store avlinger av kveke ved to høstinger i vekstsesongen (Hakkola 1990).

Graskrampe (grastetani, hypomagnesemi) kan forekomme hos både storfe og sau som et resultat av magnesiummangel. Forhold som virker negativt på opptaket av magnesium hos dyrene er blant annet lavere innhold av magnesium i fôret og økt tetanikoeffisient, da kalium hemmer oppsugning av magnesium fra vomma. I tillegg til magnesiuminnhold og tetanikoeffisient i fôret er det mange forhold som har betydning for eventuell utvikling av graskrampe, men faren for å utvikle graskrampe regnes for sterkt økende ved tetanikoeffisient over 2,2 (Kemp & Hart 1957). Både i første- og andreslått hadde bladfaks høyest, kveke gjennomsnittlig nest høyest, og timotei gjennomsnittlig lavest koeffisient (Tabell 3 og 6). Tetanikoeffisientene for bladfaks og kveke var over 2,2, og viser at disse grasartene har stor evne til å ta opp kalium. En medvirkende årsak til dette er trolig stort og kraftig rotsystem, jamfør nitrogenopptak og innhold av protein hos disse artene. Høyt innhold av tilgjengelig kalium i jorda fører imidlertid til økt innhold av kalium og redusert innholdet av kalsium og magnesium hos alle grasartene. I områder med høyt kaliuminnhold i jorda bør en derfor begrense kaliumgjødslingen, særlig i forbindelse med bruk av bladfaks.

Ved siden av næringsverdi er mulig fôropptak av stor betydning for fôrkvaliteten til en gitt grasart. Fôropptaket er først og fremst bestemt av fiberinnhold, fordøyelighet og nedbrytingshastighet.

Analyseverdiene for NDF (fiberinnhold), INDF (ufordøyelig fiber) og nedbrytingshastighet av fordøyelig fiber (Tabell 3 og 5) gir sammenholdt et bilde av fôropptakspotensialet – lav NDF og INDF, og høy nedbrytingshastighet gir høyt fôropptakspotensiale. I NorFor-systemet blir fôropptakspotensialet bestemt av fyllverdi – lav fyllverdi gir høyt fôropptakspotensiale – som er beregnet ut fra fordøyeligheten av organisk stoff og NDF-innhold. Begge metodene inneholder flere mulige feilkilder og i noen tilfeller virker svarene å være noe ulike, men i hovedtrekk synes de to metodene å gi sammenfallende konklusjoner. I førsteslåtten hadde engsvingel noe lavere verdier for NDF og INDF, høyere nedbrytingshastighet og lavere fyllverdi enn timotei. Bladfaks hadde gjennomsnittlig høyest INDF-verdi, lavest nedbrytingshastighet og høyest fyllverdi. Kveke hadde lavere innhold av NDF, høyere INDF-verdi, raskere nedbryting og lik fyllverdi med timotei. I andreslåtten hadde engsvingel lavest NDF og INDF-verdier, høyest nedbrytingshastighet og klart lavest fyllverdi (Figur 5). Bladfaks og kveke hadde de laveste INDF-verdiene, langsommere nedbryting enn engsvingel, og de laveste fyllverdiene.

Ut fra næringsverdi og fôropptakspotensiale har engsvingel gitt meget god fôr kvalitet i både første- og andreslåt, og resultatene tilsier at engsvingel hever fôr kvaliteten i både bladfaks- og timoteidominerte flerartsenger. Meget høy energi- og råproteinverdi, lavt innhold av NDF og INDF, høyt askeinnhold og lav fyllingsgrad i andreslåtten indikerer at engsvingel har langsommere utvikling i blandingsenger i fjellbygdene enn andre bladrike grasarter som for eksempel engrapp og hundegras.

Engrapp og hundegras har noe dårligere fôr kvalitet enn timotei i både første- og andreslåt. Sammenlignet med bladfaks har de noe bedre fôr kvalitet i begge slåttene. Grasartene engrapp og hundegras vil derfor ha en liten negativ effekt på fôr kvaliteten sammenlignet med timotei, og en positiv effekt på kvaliteten sammenlignet med bladfaks, i flerartsenger i fjellbygdene. I fjellbygdene vil imidlertid hundegras vanligvis være lite aktuell å så i blandinger med timotei og eller bladfaks dersom formålet er eng til to slåtter eller en slåt og beiting. Denne grasarten er bedre tilpasset mer intensiv drift med flere slåtter.

Det var ingen forskjeller i registrert fôr kvalitet mellom kveke og timotei i førsteslåtten, og ut fra dette vil innslag av kveke i timoteidominerte enger ha lite å bety for fôr kvaliteten i førsteslåtten. Bladfaks hadde dårligere fôr kvalitet enn timotei, og i bladfaksdominerte flerartsenger vil kveke ut fra disse resultatene heve samlet fôr kvalitet i førsteslåtten. I andreslåtten er det noe mer usikkert hvordan fôr kvaliteten utvikler seg hos kveke (Tabell 7), men under de mest vanlige nedbørsforholdene i fjellbygdene har kveke dårligere fôr kvalitet enn timotei. Kveke og bladfaks har tilnærmet lik fôr kvalitet i andreslåtten. For slåttene sett under ett synes ikke moderate mengder med innslag av kveke å være noe stort problem fôr kvalitetsmessig i timoteidominerte enger. I bladfaksdominerte enger synes innblanding av kveke å føre til litt hevet, eventuelt uendret, fôr kvalitet slåttene sett under ett. Akseptabilitet (smakelighet) og avlingsmengde hos kveke er imidlertid ikke undersøkt i denne undersøkelsen. Dersom akseptabiliteten er liten og eller avlingene små vil kveke være et problem i både timoteibaserte og bladfaksbaserte flerartsenger. Kanadiske undersøkelser har i imidlertid gitt like høy tilvekst hos kjøttfe på førsteslåt av kveke som førsteslåt av timotei (Martineu et al. 1994), og finske undersøkelser med kveke i reinbestand gitt store avlinger ved to høstinger i sesongen (Hakkola 1990).

5 Konklusjoner

Engsvingel hadde meget god fôrkvalitet i både første- og andreslåt, og innblanding av denne grasarten hever fôrkvaliteten i både bladfaks- og timoteibaserte flerartsenger. Meget høy fôrkvalitet i andreslåtten indikerer at engsvingel har langsommere utvikling i blandingsenger i fjellbygdene enn andre bladrike grasarter som for eksempel engrapp og hundegras.

Engrapp og hundegras har noe lavere fôrkvalitet enn timotei i både første- og andre slåt, og litt høyere kvalitet enn bladfaks i begge slåttene. Disse grasartene vil derfor ha en liten negativ effekt på fôrkvaliteten sammenlignet med timotei, og en positiv effekt på kvaliteten sammenlignet med bladfaks, i blandingsenger i fjellbygdene.

Det var ingen forskjeller i registrert fôrkvalitet mellom kveke og timotei i førsteslåtten. Innslag av kveke vil sammenlignet med timotei, bety lite for fôrkvaliteten i førsteslåtten. Bladfaks hadde dårligere fôrkvalitet enn timotei, og i bladfaksdominerte enger vil kveke ut fra disse resultatene heve samlet fôrkvalitet i førsteslåtten. Under normale forhold vil kveke ha dårligere fôrkvalitet i andreslåtten enn timotei, mens kveke og bladfaks har tilnærmet lik fôrkvalitet i andreslåtten. For slåttene sett under ett synes ikke moderate innslag av kveke å være noe stort problem fôr kvalitetsmessig i timoteidominerte enger. I bladfaksdominerte enger synes innblanding av kveke å føre til litt hevet, eventuelt uendret, fôrkvalitet slåttene sett under ett.

Litteraturreferanser

- Deinum, B. 1981. The influence of physical factors on the nutrient content of forage. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 81-5 (1981). 18 s.
- Deinum, B. 1984. Chemical composition and nutritive value of herbage in relation to climate. s. 338-350 i: Riley, H. & Skjelvåg, A.O. (red.). The impact of Climate on Grass Production and Quality. Proceedings of the 10th General Meeting of the European Grassland Federation. Ås-NLH, Norway 1984.
- Deinum, B. & Dirven J.G.P. 1971. Climate, nitrogen and grass. 4. The influence of age on chemical composition and in vitro digestibility of maize (*zea mays* L.) and tall fescue (*festuca arundinacea* Schreb.). Netherlands Journal of Agricultural Science 19: 264-272.
- Fystro, G. & Lunnan, T. 2006. Analyser av grovførkvalitet på NIRS. Bioforsk FOKUS Vol. 1, Nr. 3, 2006, 180-181.
- Gillet, M. 1982. Carbon and nitrogen relationships in plants. Some practical consequences for grass. s. 43-47 i: Corral, A.J. (red.). Efficient Grassland Farming. Proceedings of the 9th General Meeting of the European Grassland Federation. Reading, England 1982. Occasional Symposium Nr. 14. The British Grassland Society.
- Grønnerød, B. 1985. Virkning av høstesystem og høstetid på avling og kvalitet hos enggrasarter i ulike landsdeler. Stensiltrykk. Institutt for plantekultur, NLH. 22 s.
- Hakkola, H. 1990. Productivity and feeding value of timothy, smooth brome grass and couch grass. s. 82-86 i: N. Gáborcik, N. Krajcovic, & Zimková (red.). Soil – Grassland – Animal Relationships. Proceedings of 13th General Meeting of the European Grassland Federation. Volum II, Banská Bystrica, Czechoslovakia 1990.
- Kemp, A. & Hart, M.L.T. 1957. Grass tetany in grazing, milking cows. Netherl. 1. Jour. Agric. Sci: 4-17.
- Krizsan, S. & Nyholm, L. 2012. Hur kan man mäta grovfodrets smältbarhet? SLU Nytt nr. 1 2012, 4 s.
- Lundekvam, H. 1975. Oversyn over ymse granskinger i varig eng. Stensiltrykk, Landbruksbokhandelen. 80 s.
- Lunnan, T. 1999. Bladfaks – avling og kvalitet. Fire bladfakssorter samanlikna med to timoteisorter ved to haustetider for førsteslåtten. Planteforsk Rapport 16/99. 14 s.
- Lunnan, T. & Marum, P. 1994. Timoteisorter for høgereliggende strøk på Østlandet. Norsk landbruksforskning 8: 305-314.
- Martineau, Y., Leroux, J.P. & Seoane, J.R. 1994. Forage quality, productivity and feeding value to beef cattle of quackgrass (*Elytrigia repens* L. Nevski) compared to timothy (*Phleum pratense* L.). Animal Feed Science and Technology 47: 53-60.
- Nesheim, L. 1977. Avling og plantesetnad i eit utval gamle og nye enger i Myrkdalen i Voss. Hovedoppgave NLH. 66 s.
- Nesheim, L. 1983. NLVF-prosjektet Avlingsnivå og førkvalitet på eldre eng i Nordland. Sluttrapport. Stensiltrykk. 14 s.
- Thorvaldsson, G & Fagerberg, B. 1988. Effects of weather on nutritional value and phenological development of timothy. Swedish Journal of Agricultural Research 18: 51-59.
- Tilley, J.M.A. & Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc. 18: 104–11, 1963.
- Todnem, J. 1993. Høstesystemer ved beiting av eng og metodestudium for beiteforsøk. Doctor Scientiarum Theses 1993:4. NLH.
- Viken, H., Volden, H., Fystro, G. & Lunnan, T. 2005. Bruk av NIRS-metoden til å bestemme ufordøyelig NDF i gras og kløver. I E.K. Kaurstad. Husdyrforsøksmøtet 2005. Quality Hotel Sarpsborg 7.- 8. februar. Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Norges Veterinærhøgskole, Veterinærinstituttet. 237 – 240.
- Valberg, E 1975. Aktuelle grasarter. Statens forskingsstasjon Vågønes. Særtrykk nr 36.
- Volden, H. 2011. Feed calculations in NorFor. s. 55-58 i: Volden, H. (red.). NorFor – The Nordic feed evaluation system. AEEP publication No. 130. Wageningen Academic Publishers.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.